

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-100201

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 2 F 1/13
1/1343

識別記号

5 0 5

府内整理番号

8806-2K
9018-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6(全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-262021

(22)出願日

平成3年(1991)10月9日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 横山 修

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 坂田 秀文

長野県諏訪市大和3丁目3番5号セイコーエプソン株式会社内

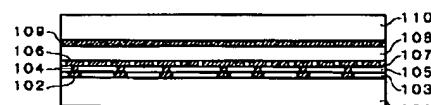
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 可変焦点レンズ

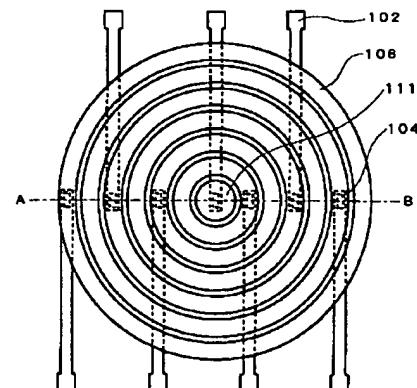
(57)【要約】

【構成】 液晶108が共通電極109と輪帶状電極106に挟持されている。電極引き出し線102は接続部104を介して輪帶状電極106に接続されている。輪帶状電極106と電極引き出し線102は異なる面内に形成されている。輪帶状電極106に印加する電圧を制御して入射光に対する液晶の屈折率分布を形成し、所望の焦点距離を得るための位相分布を作り出す。

【効果】 輪帶状電極に欠落がないので、良好な結像特性を持つフレネルレンズ型可変焦点レンズが構成できる。



(a)



(b)

101,110 ガラス基板
102 電極引き出し線
104 接続部
106 輪帶状電極
108 液晶
109 共通電極
103,105,107 電極引出し線

び輪帶状電極106を構成する透明導電膜としては酸化インジウムと酸化錫とから成るITOを用いることができる。

【0016】また、透明導電膜のパターン以外の部分を埋める透明絶縁膜103、105、107としては、透明導電膜との屈折率差による不要な回折を防ぐために、透明導電膜の屈折率と同じ屈折率を持つ材料を用いるのが最適であるが、現実的には電極引き出し線の屈折率になるべく近い屈折率を持つ材料を使うことになる。例えば酸化セリウム(CeO_2)、酸化ケイ素(SiO)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)などである。

【0017】液晶108はガラス基板110に形成されている透明導電膜から成る共通電極109と、輪帶状電極106および透明絶縁膜107の間に封入されてい *

$$R_m = (2m\lambda f + (m\lambda)^2)^{1/2}$$

ここで、 m は整数、 λ は波長、 f は焦点距離である。つまり、レンズの焦点距離 f が決まるとゾーンの位置が決まる。従って、所望の焦点距離を実現する R_m を計算し、そのパターンに対応した輪帶状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて所望の位相分布をつければ、所望の焦点距離が実現できる。この場合、一つのゾーン内の位相を0から -2π まで連続的に変化させるのが望ましいが、離散的な輪帶状電極によって液晶の屈折率を変えるので、位相変化も離散的になる。従って、できるだけ理想的な位相分布に近づける※

$$R_{mb} = (2m_b\lambda f_b + (m_b\lambda)^2)^{1/2}$$

$$R_{mb+1} = (2(m_b+1)\lambda f_b + ((m_b+1)\lambda)^2)^{1/2}$$

… (1)

※ように各輪帶状電極に印加する電圧を制御する。これを図2(b)及び図2(c)を用いて具体的に説明する。

【0020】図2(b)は焦点距離 f_b の場合の輪帶状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示したものである。わかりやすくするために、レンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、Oはレンズの中心である。201は電圧分布を示している。

【0021】ゾーンの半径 R_{mb} 、 R_{mb+1} は式(1)より、

… (2-1)

… (2-2)

である。この R_{mb} と R_{mb+1} の間で位相を0から -2π まで変えるために、輪帶状電極E_{mb1}とE_{mb2}の間の電極に電圧をステップ状に印加する。ステップの大きさは等しくても良い、すなわち、電極E_{mb1}からE_{mb2}までの間で電圧が直線的に変化しても良いが、図2(a)に示されている位相分布に近づけるようにステップの大きさを電極ごとに変化させる方が望ましい。

【0022】一方、図2(c)には焦点距離 f_c (≠ ★

$$R_{mc} = (2m_c\lambda f_c + (m_c\lambda)^2)^{1/2}$$

… (3-1)

$$R_{mc+1} = (2(m_c+1)\lambda f_c + ((m_c+1)\lambda)^2)^{1/2}$$

… (3-2)

である。この R_{mc} と R_{mc+1} の間で位相を0から -2π まで変えるために、輪帶状電極E_{mc1}とE_{mc2}の間の電極に電圧をステップ状に印加する。

【0024】以上のようにして、適当な輪帶状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて必要な位相分布を作り出すことによって焦点距離を変えることができる。

【0025】輪帶状電極106一本一本の幅は、位相分布の変化に対応できる程度に細くなければならず、レンズ全面にわたって必要な分解能程度の幅で等しいことが望ましい。ただし、最内周の輪帶の大きさはある程度の☆50

30 ★ f_b の場合の輪帶状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示した。図2(b)と同様にレンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径 R 方向を示しており、Oはレンズの中心である。202は電圧分布を示している。

【0023】焦点距離 f_c に対応するゾーンの半径 R_{mc} 、 R_{mc+1} は式(1)より、

40 ☆大きさ以下にはならないので、最内周の輪帶状電極111の半径は、その他の輪帶状電極の幅ほどには小さくする必要はない。

【0026】(実施例2)本実施例における可変焦点レンズは、実施例1と同様にブレーズ型フレネルレンズであるが、図3に示すように輪帶状電極301が楕円パターンである。図3は輪帶状電極の平面図であり、見やすくするために図の電極数は実際より少なく描いてある。実施例1のレンズとは輪帶状電極と電極引き出し線の平面的な形状が異なるだけである。

【0027】楕円パターンを有するフレネルレンズの焦

点距離は図のY方向とX方向とで異なる。従って、輪帶状電極301に印加する電圧パターンを変えることにより、Y方向の焦点距離とX方向の焦点距離を変えることができる。

【0028】(実施例3) 本実施例における可変焦点レンズは、実施例1、実施例2と同様に位相の周期構造によってレンズ作用を持つフレネルレンズであるが、その中でもバイナリ型フレネルレンズと呼ばれているものである。図4を用いて本実施例における可変焦点レンズの*

$$R_n = (n \lambda f + (n \lambda / 2)^2)^{1/2}$$

ここで、nは整数、λは波長、fは焦点距離である。つまり、レンズの焦点距離fが決まるとゾーンの位置が決まる。従って、所望の焦点距離を実現するRnを計算し、そのパターンに対応した輪帶状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて所望の位相分布をつければ、所望の焦点距離が実現できる。これを図4(b)及び図4(c)を用いて具体的に説明する。

$$R_{nb} = (n_b \lambda f_b + (n_b \lambda / 2)^2)^{1/2}$$

$$R_{nb+1} = ((n_b + 1) \lambda f_b + ((n_b + 1) \lambda / 2)^2)^{1/2}$$

$$\dots (4)$$

※【0031】図4(b)は焦点距離f_bの場合の輪帶状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示したものである。わかりやすくするために、レンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径R方向を示しており、Oはレンズの中心である。401は電圧分布を示している。

【0032】位相を反転させる半径R_{nb}、R_{nb+1}は式(4)より、

$$\dots (5-1)$$

$$\dots (5-2)$$

である。R_{nb}とR_{nb+1}の間の位相をπだけ変えるためには、入射光に対する液晶の屈折率を変えれば良く、これは、E_{nb1}からE_{nb2}の間の輪帶状電極に印加する電圧を変えれば実現できる。式(4)で決まるパターンに従ってレンズの中心Oからレンズ最外周へ向かって輪帶状電極を選択して電圧を印加し、所望の位相分布を形成する。

【0033】一方、図4(c)には焦点距離f_c(≠★

$$R_{nc} = (n_c \lambda f_c + (n_c \lambda / 2)^2)^{1/2}$$

$$R_{nc+1} = ((n_c + 1) \lambda f_c + ((n_c + 1) \lambda / 2)^2)^{1/2}$$

$$\dots (6-1)$$

$$\dots (6-2)$$

である。R_{nc}とR_{nc+1}の間の位相をπだけ変えるためには、E_{nc1}からE_{nc2}の間の輪帶状電極に印加する電圧を変えれば良い。

【0035】以上のようにして、適当な輪帶状電極を選択して電圧を印加し、入射光に対する液晶の屈折率を変えて必要な位相分布を作り出すことによって焦点距離を変えることができる。

【0036】レンズの透過率は、実施例1のプレーズ型フレネルレンズの方が本実施例のバイナリ型フレネルレンズより高い。

【0037】以上、本発明の焦点可変レンズの実施例を説明したが、本発明の可変焦点レンズは、光ディスク用光学ヘッドのレンズ、レーザビームプリンタ用のレンズ、あるいは眼鏡レンズへの応用が可能である。また、輪帶状電極と引き出し電極を異なる層で構成し、それぞれの電極の間を絶縁膜で埋めて平坦化する構造は、反射型の焦点可変ミラーにも適用が可能である。

【0038】なお、輪帶状電極によって非球面レンズに

*動作を説明する。

【0029】輪対称のプラスレンズの位相分布を図4(a)に示す。横軸はレンズの半径Rを表しており、縦軸は位相を表している。レンズの中心Oからレンズ外周に向かって位相が周期的にπずつ変化している。位相が0から-πにかわる一周期をゾーンと呼ぶことにする。位相が変化する半径Rnは次式で与えられる。

【0030】

※【0031】図4(b)は焦点距離f_bの場合の輪帶状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示したものである。わかりやすくするために、レンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径R方向を示しており、Oはレンズの中心である。401は電圧分布を示している。

【0032】位相を反転させる半径R_{nb}、R_{nb+1}は式(4)より、

★f_bの場合の輪帶状電極106とそれぞれの電極に印加される電圧の分布を示した。図4(b)と同様にレンズの一部だけを取り出して描いている。横軸はレンズの半径R方向を示しており、Oはレンズの中心である。402は電圧分布を示している。

【0034】位相を反転させる半径R_{nc}、R_{nc+1}は式(4)より、

☆相当するゾーンパターンを形成することにより、収差のコントロールも可能になる。

【0039】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、電極引き出し線を輪帶状電極とは異なる面に形成することにより、欠落のない輪帶状電極を形成できるという効果を有する。

40 【0040】従って、良好な結像特性を得ることができるという効果を有する。

【0041】また、電極引き出し線と、この電極引き出し線と輪帶状電極とを接続する接続部と、輪帶状電極とを順次積層し、各層において導体間をこれらの導体と同じ厚みの透明絶縁膜で埋めることによって、段差をなくして導体の断線が防げると共に、不要な回折光の発生が抑えられるという効果を有する。

【0042】また、輪帶状電極の幅を、最内周の電極以外の部分において等間隔にすることにより、任意の位相分布を形成できるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の可変焦点レンズの構成を示す図である。(a)は断面図。(b)は電極だけを描いた平面図。(a)は(b)のA-B断面。

【図2】 本発明の可変焦点レンズの第1の実施例における可変焦点レンズの動作を説明する図である。(a)はレンズの位相分布を示す図。(b)は焦点距離 f_b の場合に輪帶状電極に印加される電圧の分布を示す図。(c)は焦点距離 f_c の場合に輪帶状電極に印加される電圧の分布を示す図。

【図3】 本発明の可変焦点レンズの第2の実施例における輪帶状電極のパターンを示す平面図である。

【図4】 本発明の可変焦点レンズの第3の実施例における可変焦点レンズの動作を説明する図である。(a)はレンズの位相分布を示す図。(b)は焦点距離 f_b の場合に輪帶状電極に印加される電圧の分布を示す図。

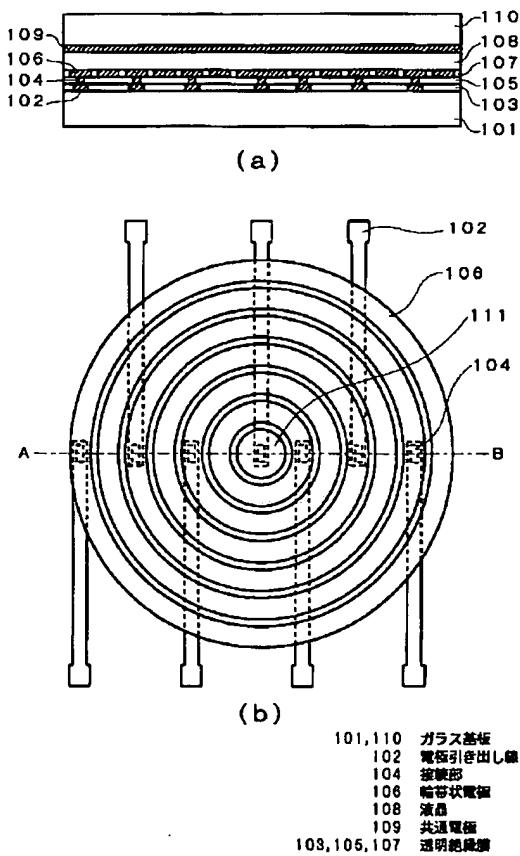
(c)は焦点距離 f_c の場合に輪帶状電極に印加される電圧の分布を示す図。

【図5】 従来の可変焦点レンズにおける電極パターンを示す図である。

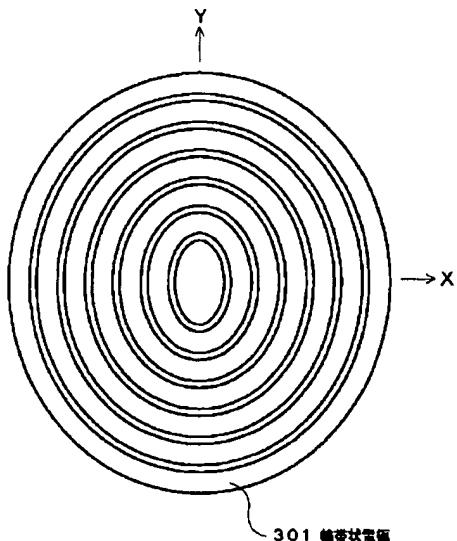
【符号の説明】

101、110 ガラス基板
 102 電極引き出し線
 103、105、107 透明絶縁膜
 104 接続部
 106 輪帶状電極
 108 液晶
 109 共通電極
 111 最内周の輪帶状電極
 10 201、202 電圧分布
 $R_m, R_{m+1}, R_{mb}, R_{mb+1}, R_{mc}, R_{mc+1}$ ゾーン半径
 $E_{mb1}, E_{mb2}, E_{mc1}, E_{mc2}$ 輪帶状電極
 O レンズの中心
 R 半径
 301 輪帶状電極
 401、402 電圧分布
 $R_n, R_{n+1}, R_{nb}, R_{nb+1}, R_{nc}, R_{nc+1}$ 半径
 $E_{nb1}, E_{nb2}, E_{nc1}, E_{nc2}$ 輪帶状電極
 501 電極パターン
 20 502 電極引き出し線

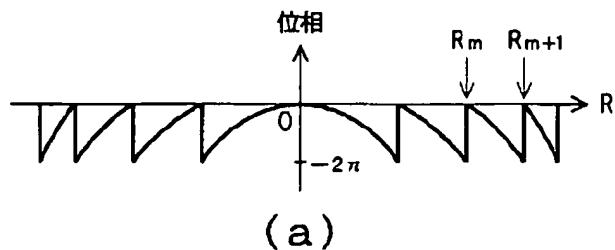
【図1】



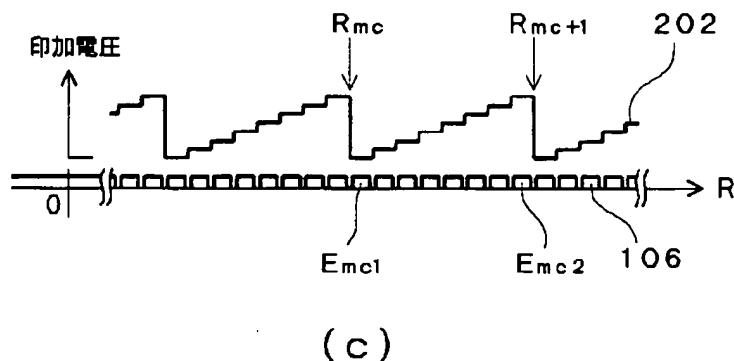
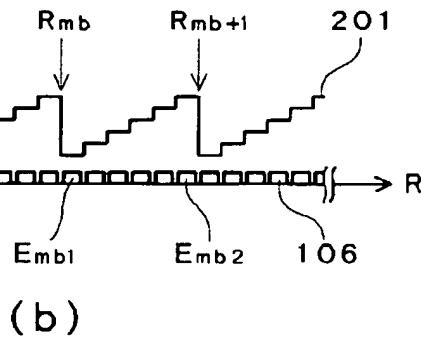
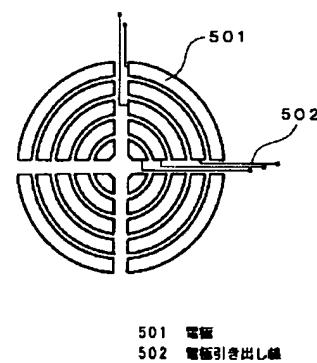
【図3】



【図2】

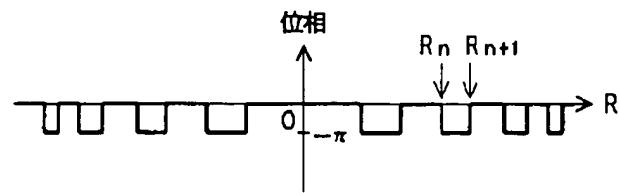


【図5】

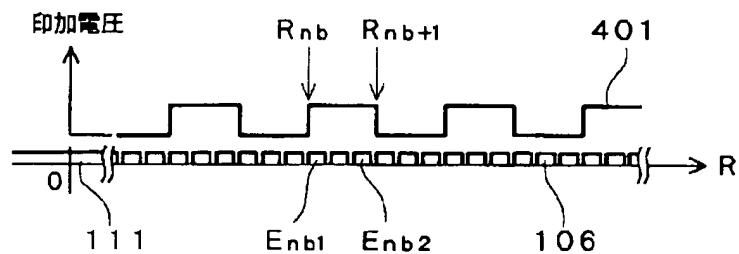


0 レンズ中心
R 半径
106 線状電極
201, 202 電圧分布

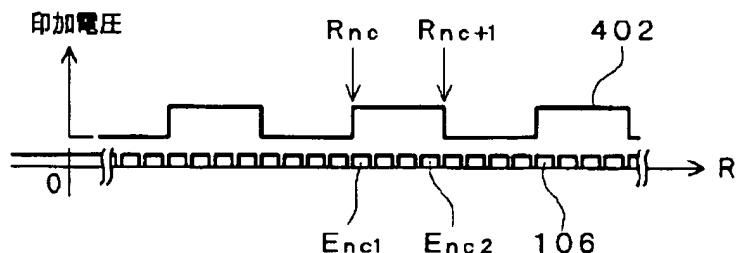
【図4】



(a)



(b)



(c)

0 レンズ中心
 R 半径
 106 輪帯状電極
 401, 402 電圧分布